

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-345589

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

H05K 7/20
F28D 15/02
H01L 23/40
H01L 23/427

(21)Application number : 2000-164489

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 01.06.2000

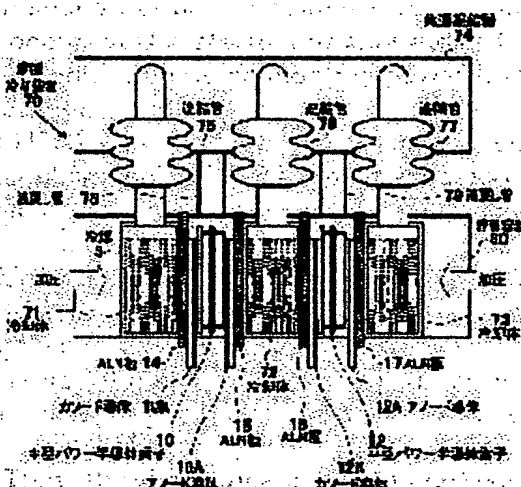
(72)Inventor : HINO KOJI
ARAI KENICHI

(54) ELECTRONIC EQUIPMENT COOLING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent overshoot phenomenon at boiling point so that impact noise does not occur, at the starting of operation of an electronic equipment, such as an electric-power conversion apparatus.

SOLUTION: In an electronic equipment cooling device 70, cooling bodies 71-73 provided so as to contact both sides of flat power semiconductor elements 10 and 12 are made to contact a coolant 5 which is evaporated by heating of the semiconductor elements 10 and 12, and the evaporated coolant 5 is condensed and liquidified by a condenser 74, thus cooling the semiconductor elements 10 and 12. The liquid level of coolant 5, sealed in the cooling bodies 71 and 73, is lower than the surrounding the upper end of the cooling bodies 71 and 73. Thus, the difference in heights between a place, where the coolant 5 contacts the cooling bodies 71-73 for evaporation and the liquid surface of the coolant 5, becomes smaller for less pressure difference due to liquid pressure of the coolant 5, so that overshoot phenomenon or impact noise at starting of operation does not occur.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-345589

(P2001-345589A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001.12.14)

(51) Int. CL ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
H 0 5 K 7/20		H 0 5 K 7/20	Q 5 E 3 2 2
F 2 8 D 15/02		F 2 8 D 15/02	M 5 F 0 3 6
H 0 1 L 23/40		H 0 1 L 23/40	D
23/427		23/46	A

審査請求 未請求 商標項の数 11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-164489 (P2000-164489)

(22) 出願日 平成12年6月1日 (2000.6.1)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 日野 浩二

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 荒井 研一

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100114168

弁理士 高橋 浩三

Pターム (参考) 5E322 DD01 DD05 DD06 DA11 FA01

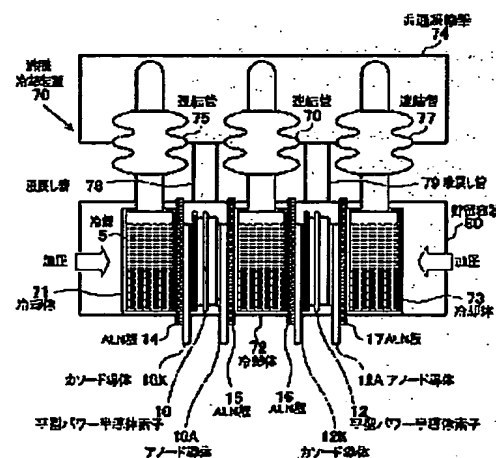
5F036 AA01 BA08 BB53

(54) 【発明の名称】 電子機器冷却装置

(57) 【要約】

【目的】 電力変換装置などの電子機器の運転開始時に徐暖温度のオーバーシュート現象や衝撃音が発生しないようにする。

【構成】 電子機器冷却装置70は、平型パワー半導体素子10、12の両側に接触するように設けられた冷却体71～73に冷媒5を接触させて、平型パワー半導体素子10、12からの発熱に応じて冷媒5を気化させ、気化した冷媒5を凝縮器74で凝縮液化することによって平型パワー半導体素子10、12を冷却する。冷却体71～73に封入される冷媒5の液表面高さが冷却体71～73の上端部付近よりも低い位置となるように構成されている。これによって、冷媒5が冷却体71～73に接触して気化する位置から冷媒5の液表面までの高さが小さくなるため、冷媒5の液圧による圧力差も小さくなり、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音が発生しないようにすることができる。



(2)

特開2001-345589

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子機器手段の両側に接触するように設けられた冷却手段に冷媒を接触させて、前記電子機器手段からの発熱に応じて前記冷媒を気化させ、気化した冷媒を凝縮化することによって前記電子機器手段を冷却するように構成された電子機器冷却装置において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段の上端部付近よりも低い位置となるように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項2】 請求項1において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段と前記電子機器手段とが互いに接触する箇所の最上端から最下端までの範囲内に存在するように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項3】 請求項1において、前記冷媒の液表面高さが前記電子機器手段の発熱箇所のほぼ中央付近となるように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項4】 請求項1、2又は3において、前記冷却手段のそれぞれが冷媒を貯留する冷却体で構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項5】 請求項1、2又は3において、前記冷媒を貯留する容器内に前記冷却手段が浸漬されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項6】 電子機器手段とこの電子機器手段を冷却する冷却手段とを交互に積層することによって構成されたスタック手段と、

前記冷却手段で気化された冷媒の蒸気を凝縮化する凝縮手段と、
前記冷却手段で気化された冷媒の蒸気を前記凝縮手段に導く連結管手段と、

前記凝縮手段で凝縮化された冷媒を前記冷却手段に還流する液戻し管手段とから構成される電子機器冷却装置において、

前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段の上端部付近よりも低い位置となるように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項7】 請求項6において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段と前記電子機器手段とが互いに接触する箇所の最上端から最下端までの範囲内に存在するように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項8】 請求項6において、前記冷媒の液表面高さが前記電子機器手段の発熱箇所のほぼ中央付近となるように構成されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項9】 請求項6、7又は8において、前記冷却手段のそれぞれが冷媒を貯留可能な冷却体で構成され、前記冷却体がそれぞれ前記連結管手段及び前記液戻し管手段によって個別に前記凝縮手段に接続されて

2

いることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項10】 請求項6、7又は8において、前記冷媒を貯留する容器内に前記スタック手段が浸漬されていることを特徴とする電子機器冷却装置。

【請求項11】 請求項9において、前記凝縮手段と前記冷却体との間に前記液戻し管手段によって還流する前記凝縮化された冷媒を貯留する貯留手段を設けたことを特徴とする電子機器冷却装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電熱用として地上に設置される電力変換装置等の電子機器を冷却する電子機器冷却装置に係り、特に半導体素子などの発熱電子機器を沸騰冷却方式の冷却体に接触させて冷却する電子機器冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電熱用として地上に設置される電力変換装置は、パワー半導体素子、抵抗器やコンデンサなどの補助回路用電子機器などで構成され、雨水等が浸入しない様に密閉された筐体内に収納されている。パワー半導体素子は、通電中に接合部温度が所定温度を超えると熱破壊してその機能を喪失するので、接合部温度が所定温度よりも高くないように沸騰冷却方式によって強制的に冷却されている。通常、パワー半導体素子は平型GTOサイリスタなどで構成されており、この平型GTOサイリスタと冷却体とを交互に積層することによって半導体スタックを構成し、この半導体スタックを沸騰冷却方式で冷却している。沸騰冷却方式には浸漬式の一括冷却方式と個別冷却方式がある。個別冷却方式は、半導体スタックを構成する複数の冷却体内部に低沸点の冷媒を封入し、この冷却体と放熱凝縮器との間を連結管及び液戻し管で個別に接続したものである。一括冷却方式は、低沸点の冷媒を封入した容器内に半導体スタックを浸漬させて、容器と放熱凝縮器との間を連結管及び液戻し管で共通に接続したものである。

【0003】図5は、個別冷却方式によって半導体スタックを冷却する従来の電子機器冷却装置の概略を示す一部断面図である。図6は、図5の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図である。図5では平型パワー半導体素子10、12以外の断面構造が示されており、図6では共通凝縮器25の断面構造が示されている。図において、2個の平型パワー半導体素子10、12を、絶縁板となる窒化アルミニウム(AlN)板14～17を介して沸騰冷却装置20の冷却体22～24に加圧接触させることによって、冷却体22、AlN板14、平型パワー半導体素子10、AlN板15、冷却体23、AlN板16、平型パワー半導体素子12、AlN板17、冷却体24からなる積層体、すなわち半導体スタックが構成されている。沸騰冷却装置20は、共通凝縮器25、ベローズ気相管を含む連結管26～28、液戻し

(3)

特開2001-345589

3

管29～31及び冷却体22～24から構成される。平型パワー半導体素子10、12の発熱はALN板14～17を介して冷却体22～24に伝達する。冷却体22～24内部では、その熱によって冷媒5が沸騰して気化する。気化した冷媒5の蒸気は、連結管26～28を上昇して共通凝縮器25に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒5は、共通凝縮器25に一時的に貯留され、液戻し管29～31を介して冷却体22～24に落下して戻るようになっている。沸騰冷却装置20は、冷却体22～24で冷媒5を沸騰させて気化し、共通凝縮器25でそれを液化させることによって、平型パワー半導体素子10、12の温度上昇を抑制している。

【0004】図7は、一括冷却方式によって半導体スタックを冷却する従来の電子機器冷却装置の概略を示す一部断面図である。図8は、図7の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図である。図7及び図8では平型パワー半導体素子10、12及び冷却体32～34以外の断面構造が示されている。図において、2個の平型パワー半導体素子10、12を、冷媒5を通過させる縦方向に開口を有する筒状体から構成される冷却体32～34に加圧接触させることによって、冷却体32、平型パワー半導体素子10、冷却体33、平型パワー半導体素子12、冷却体34からなる半導体スタックが構成されている。図7及び図8の半導体スタックは、冷媒5に熱を伝達する冷却体32～34と平型パワー半導体素子10、12との間にALN板が存在せず、冷却体32～34が冷媒5を貯留しないという点を除けば、発熱体である平型パワー半導体素子10、12と冷却体32～34とが加圧接触された構造で構成されているという点で、図5及び図6のものと共通している。

【0005】沸騰冷却装置40は、凝縮器42、密閉容器44及びこれらを接続する連結管46から構成される。平型パワー半導体素子10、12の発熱は冷却体32～34に伝達する。冷却体32～34の筒内部では、その熱によって冷媒5が沸騰して気化する。気化した冷媒5の蒸気は、冷却体32～34内部から発生し、矢印47～49のように連結管46を上昇して凝縮器42に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒5は、点線矢印43、45に示すように凝縮器42から連結管46を介して密閉容器44内に落下して戻るようになっている。このように沸騰冷却装置40は、冷却体32～34で冷媒5を沸騰させて気化し、凝縮器42でそれを液化させることによって、平型パワー半導体素子10、12の温度上昇を抑制している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術では、電力変換装置の運転開始時に、発熱体である平型パワー半導体素子10、12の温度がオーバーシュートするという現象が発生していた。図9は、平型パワー半導体素子10、12の通電によって発生した熱量に応じて冷却

4

体22～24、32～34が示す温度変化の様子を示す図である。図から明らかなように、平型パワー半導体素子10、12の通電開始時に平型パワー半導体素子10、12が発熱し、冷却体22～24又は冷却体32～34に接する冷媒5の温度が急激に上昇する、いわゆるオーバーシュート現象51を示す。この現象は、発熱体である平型GTOサイリスタにとっては冷却不良により破壊を生じる可能性もあるため、好ましくないばかりでなく、個別冷却方式の場合には、特に真空容器の一部分である冷却体に急激な温度変化を与え、真空容器の破壊、内圧上昇、冷却不良といった不具合を発生させる原因ともなり、問題であった。

【0007】なぜ、通電開始時にオーバーシュート現象が発生するのかについて説明する。図10は、沸騰冷却に用いる冷媒5の蒸気圧-温度特性の概略を示す図である。なお、図10の横軸及び縦軸は対数表示してある。通常、沸騰冷却装置には、容器内部を減圧した状態で冷媒5が封入されている。従って、大気圧PAの状態で冷媒5の沸騰温度TAよりも十分に低い沸騰温度TCの下で冷却を行うことができるようになっている。ところが、図5～図8に示すように、従来の沸騰冷却装置20、40では、発熱体である平型パワー半導体素子10、12の上端部から冷媒5の液表面までの高さが約20～30[cm]であるため、冷媒5の液圧によって冷媒5表面に対して約0.02～0.03[kgf/cm²]の圧力差が存在していた。従って、発熱体付近の圧力は、容器内圧力PCに対して液圧PL分だけ高くなり、沸騰温度も容器内圧力PC下での沸騰温度TCよりも高い沸騰温度TLを示すようになる。このように発熱体付近の沸騰温度TLが通常の沸騰温度TCよりも高くなるために、上述のようなオーバーシュート現象が発生するのである。このオーバーシュート現象は電力変換装置の起動時の温度が低い程、顕著に現れる。このオーバーシュート現象は、沸騰を開始して蒸気が容器内部に充填し、容器内部の圧力が上昇すると共に液圧と容器内部圧力の比が小さくなるために解消される方向となる。

【0008】また、上述の従来技術では、電力変換装置などの電子機器の運転開始時に、冷却体22～24、32～34で発生した蒸気泡が冷媒5の液表面に到達するまでの区間で大きな衝撃音が発生するという現象があった。この現象は、発熱体である平型パワー半導体素子10、12からの熱量によって沸騰した冷媒5中に発生した蒸気泡が、冷却体22～24、32～34の上端から冷媒5の液表面まで上昇する間に、潰れることにより発生するものと考えられる。この現象も、前述のオーバーシュート現象の発生原因と同様に、冷却体付近の沸騰部分における圧力が、真空容器内部の圧力よりも発熱体上端部から冷媒5の液表面までの高さに応じた液圧PL分だけ高くなり、その結果、沸騰を開始する温度が高くなることに起因する。

(4)

特開2001-345589

5

【0009】すなわち、冷却体22～24、32～34では液圧PL分だけ高い温度にならないと沸騰を開始しない。一方、電子機器の運転開始時には冷媒5の液表面近傍では沸騰が始まらないので、その部分の温度は極めて低い状態にある。冷却体22～24、32～34の温度が容器内部の圧力PCでの沸騰温度TCよりも液圧PL分だけ高い沸騰温度TLに達した時点で、冷却体22～24、32～34に接する冷媒5の沸騰が始まる。冷却体22～24、32～34の間隔で発生した蒸気泡は冷媒5中を液表面に向かって上昇する。蒸気泡は、冷媒5中を上昇するに従い液圧が減少し、それに応じて体積は膨張する。その一方で、冷媒5中を上昇中の蒸気泡は冷媒5の液表面付近の低い温度の液と接触し、そこで熱を徐々に奪われ、蒸気泡の状態を維持することができなくなり、液表面付近の冷媒5中で凝縮／液化してしまい、冷媒5中に存在した蒸気泡が一瞬にして消滅することになる。このように急激に蒸気泡が消滅するために冷媒5の液表面付近で大きな衝撃音が発生する。この衝撃音が真空容器の壁面近傍で発生した場合、蒸気泡が潰れる際に発生する衝撃波によって真空容器内壁面が侵食される可能性があり問題となっていた。また、電子機器の設置される場所によっては衝撃音による騒音という問題もあった。

【0010】本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、電力変換装置などの電子機器の運転開始時に沸騰温度のオーバーシュート現象や衝撃音が発生するのを抑制することのできる電子機器冷却装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載された電子機器冷却装置の発明は、電子機器手段の側面に接触するように設けられた冷却手段に冷媒を接触させて、前記電子機器手段からの発熱に応じて前記冷媒を気化させ、気化した冷媒を凝縮液化することによって前記電子機器手段を冷却するように構成された電子機器冷却装置において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段の上端部付近よりも低い位置となるように構成されているものである。この電子機器冷却装置は、平型GTOサイリスタなどのパワー半導体素子の両側に接触するように冷却手段を交互に循環して設けることによって半導体スタックを構成し、この冷却手段を沸騰冷却方式で冷却するものである。沸騰冷却方式には浸漬式の一括冷却方式と個別冷却方式があるが、いずれの方式も冷却手段に対して低沸点の冷媒が接触するように構成されている。この発明の電子機器冷却装置は、この冷媒の液表面高さが従来のものよりも格段に低い位置となるように構成してある。すなわち、個別冷却方式の場合には、それぞれの冷却手段に封入される冷媒の液表面高さをその冷却手段の上端部付近よりも低くし、一括冷却方式の場合には、冷媒の液表面高さが冷却手段の上端部付近よりも低くなるように

6

半導体スタックを冷媒中に浸漬させる。これによって、冷媒が発熱体に接触して気化する位置から冷媒5の液表面までの高さが小さくなるため、冷媒の液圧による圧力差も小さくなり、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音が発生しないようにすることができる。

【0012】請求項2に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項1において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段と前記電子機器手段とが互いに接触する箇所の最上端から最下端までの範囲内に存在するように構成されているものである。これは、請求項1に記載の冷媒の液表面高さを限定したものである。電子機器手段で発生した熱は冷却手段と電子機器手段との接触箇所でも効率的に冷却手段に伝達し、その部分で冷媒が最も効率的に気化されるので、冷媒の液表面高さをこのような範囲に設定することによって、効率的な冷却動作を行わせることができる。

【0013】請求項3に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項1において、前記冷媒の液表面高さが前記電子機器手段の発熱箇所のほぼ中央付近となるように構成されているものである。これも、請求項1に記載の冷媒の液表面高さを限定したものである。発熱体であるパワー半導体素子は、その高さ方向に所定の寸法を有するので、その上端部と下端部との間で液圧による圧力差が存在し、それが運転開始時のオーバーシュート現象や衝撃音の発生に影響を及ぼす場合がある。そこで、この発明のように、冷媒の液表面高さが電子機器手段の発熱箇所のほぼ中央付近となるようにすることによって、その圧力差を小さくし、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音の発生を効果的に抑制することができるようになる。

【0014】請求項4に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項1、2又は3において、前記冷却手段のそれぞれが冷媒を貯留する冷却体で構成されているものである。これは、電子機器冷却装置を個別冷却方式のものに限定するものである。請求項5に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項1、2又は3において、前記冷媒を貯留する容器内に前記冷却手段が浸漬されているものである。これは、電子機器冷却装置を一括冷却方式のものに限定するものである。

【0015】請求項6に記載された電子機器冷却装置の発明は、電子機器手段とこの電子機器手段を冷却する冷却手段とを交互に循環することによって構成されたスタック手段と、前記冷却手段で気化された冷媒の蒸気を凝縮液化する凝縮手段と、前記冷却手段で気化された冷媒の蒸気を前記凝縮手段に導く連絡管手段と、前記凝縮手段で凝縮液化された冷媒を前記冷却手段に還流する液戻り管手段とから構成される電子機器冷却装置において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段の上端部付近よりも低い位置となるように構成されているものである。これは、電子機器冷却装置の構成をより具体的にしたもの

(5)

特開2001-345589

7

であり、凝縮手段と連結管手段と液戻し管手段を用いてスタック手段の冷却手段を冷却するように構成されたものである。なお、電子機器冷却装置の中には連結管手段と液戻し管手段とが別々に設けてあるものもあれば、二重管の構造をしているものもある。このような構成の電子機器冷却装置においても請求項1に記載の発明と同様に、冷媒の液表面高さを冷却手段の上端部付近よりも低い位置にすることによって、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音が発生しないようにすることができ

【0016】請求項7に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項6において、前記冷媒の液表面高さが前記冷却手段と前記電子機器手段とが互いに接触する箇所の最上端から最下端までの範囲内に存在するように構成されているものである。これは、請求項2に記載の発明と同様にして、請求項6に記載の冷媒の液表面高さを限定したものである。

【0017】請求項8に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項6において、前記冷媒の液表面高さが前記電子機器手段の発熱箇所のほぼ中央付近となるように構成されているものである。これは、請求項3に記載の発明と同様にして、請求項6に記載の冷媒の液表面高さを限定したものである。

【0018】請求項9に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項6、7又は8において、前記冷却手段のそれぞれが冷媒を貯留可能な冷却体で構成され、前記冷却体がそれぞれ前記連結管手段及び前記液戻し管手段によって個別に前記凝縮手段に接続されているものである。これは、電子機器冷却装置を個別冷却方式のものに限定するものである。

【0019】請求項10に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項6、7又は8において、前記冷媒を貯留する容器内に前記スタック手段が浸漬されているものである。これは、電子機器冷却装置を一括冷却方式のものに限定するものである。

【0020】請求項11に記載された電子機器冷却装置の発明は、請求項9において、前記凝縮手段と前記冷却体との間に前記液戻し管手段によって還流する前記凝縮液化された冷媒を貯留する貯留手段を設けたものである。個別冷却方式の電子機器冷却装置の場合には、冷却手段に封入可能な冷媒量が限定されるので、このように別個に貯留手段を設け、冷媒量を大きくすることによって、冷媒の蒸発による液表面低下を少なくしている。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に従って説明する。図1は、併設冷却方式にて個別にパワー半導体素子を冷却するように構成された電子機器冷却装置の概略構成を示す図である。図2は、図1の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図である。図1と図2では、冷媒の液表面高さがそれぞれ異なる場

8

合が示されているが、これらはそれぞれ冷媒の封入量の違いによる異なる実施例に対応するものである。図1では冷却体71～73の断面構造が示されており、図2では冷却体73、連結管77、共通凝縮器25、液戻し管79、貯留容器80及び容器連結管81の断面構造が示されている。図では、サイリスタ又はダイオードなどの2個の平型パワー半導体素子10、12を絶縁板となる窒化アルミニウム(AlN)板14～17を介して併設冷却装置70の冷却体71～73に加圧接触させることによって、冷却体71、AlN板14、平型パワー半導体素子10、AlN板15、冷却体72、AlN板16、平型パワー半導体素子12、AlN板17、冷却体73からなる積層体、すなわち半導体スタックが構成されている。

【0022】図1において、冷却体71の右側面はAlN板14を介して平型パワー半導体素子10のカソード導体10K側に、冷却体71の左側面は加圧接触部材(図示せず)に、冷却体72の左側面はAlN板15を介して平型パワー半導体素子10のアノード導体10Aに、冷却体72の右側面はAlN板16を介して平型パワー半導体素子12のカソード導体12Kに、冷却体73の左側面はAlN板17を介して平型パワー半導体素子12のアノード導体12Aに、冷却体73の右側面は加圧接触部材(図示せず)にそれぞれ接している。平型パワー半導体素子10、12のアノード導体10A、12A及びカソード導体10K、12Kは、その面の平坦及び平面度等が規定されていると共に経時的にその状態が変化しないことが要求されているため、一般的には、信頼性を示さない不可換性の1枚の銅板で構成されている。なお、図示していないが、平型パワー半導体素子10のアノード導体10Aと平型パワー半導体素子12のカソード導体12Kとは互いに屈曲加工され、アノード導体10Aとカソード導体12Kに応力が掛からないようにスペーサーを介してボルトとナットで締め付け接続されている。

【0023】併設冷却装置70は、冷却体71～73、共通凝縮器74、ベローズ気相管を含む連結管75～77、液戻し管78、79、貯留容器80及び容器連結管81～83から構成される。冷却体71～73は、銅又は銅合金やアルミニウムなどの金属ブロックを機械加工により箱型に削り出し、その内部に放熱用のフィンや仕切り板を多数有し、そこに冷媒5を貯留するような構成になっている。この冷媒5にはエチレングリコール水溶液や水などの導電性冷媒が使用される。従って、平型パワー半導体素子10、12と冷却体71～73との間には、絶縁用のAlN板14～17が挿入されている。冷媒5にフロンやフロロカーボンなどの絶縁性冷媒を使用する場合には、このAlN板14～17は省略することができる。

【0024】ベローズ気相管を含む連結管75～77

特開2001-345589

(5)

9

は、それぞれの冷却体71~73と共通凝縮器74とを接続するものであり、L字型に屈曲しており、その一端部が冷却体71~73の上面中央部に接続され、他端部が共通凝縮器74の側面上部に接続されている。冷却体71~73で加熱沸騰して気化した冷媒5の蒸気は、連結管75~77内部を矢印84に沿って共通凝縮器74に導かれる。連結管75~77の途中に設けられたベローズ気相管は、温度変化による各部の膨張・収縮などを吸収するものである。なお、ベローズ気相管以外にも、冷却体71~73と共通凝縮器74との間を絶縁するための絶縁管を連結管75~77の途中に設ける場合がある。

【0025】共通凝縮器74は、大気との間で熱交換を行って気化した冷媒5を凝縮させて液化するものである。共通凝縮器74には、冷却体71~73で発生した冷媒5の蒸気が連結管75~77を介して導入され、そこで液化された冷媒が液戻し管78、79を介して貯留容器80に戻される。図では、共通凝縮器74に内蔵されるラジエーターなどについては省略してある。液戻し管78、79は、共通凝縮器74と貯留容器80とを接続するものであり、共通凝縮器74内部で凝縮液化された冷媒を貯留容器80に戻すものである。貯留容器80は、凝縮液化された冷媒を貯留するものである。この貯留容器80を設けることによって、封入可能な冷媒量の限定された冷却体71~73の容積を大きくして冷媒5の蒸気による液表面低下を極力小さくすることができる。容器連結管81~83は、それぞれの冷却体71~73と貯留容器80との間を接続するものである。

【0026】平型パワー半導体素子10、12からの発熱はALN板14~17を介して冷却体71~73に伝達する。冷却体71~73では、これらの熱によって冷媒5が沸騰して気化し、蒸気が発生する。発生した蒸気は、連結管75~77内を上昇して共通凝縮器74に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒5は、液戻し管78、79を介して貯留容器80に積下して、容器連結管81~83を介して各冷却体71~73に戻されるようになっていく。このようにして、沸騰冷却装置70は、冷却体71~73で冷媒5を沸騰させて気化し、共通凝縮器74でそれを液化させることによって、平型パワー半導体素子10、12の温度上昇を抑制している。

【0027】図1に示す本実施の形態に係る電子機器冷却装置が従来のものと異なる点は、冷却体71~73内の冷媒5の液表面高さが発熱体である平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの上端面とほぼ等しくなるように、冷媒5が封入されている点である。図2に示す本実施の形態に係る電子機器冷却装置が従来のものと異なる点は、冷却体71~73内の冷媒5の液表面高さが発熱体である平型パワー半導体素子10、12のほぼ中央付近となるように、冷媒5が封入されている点である。す

10

なわち、従来の電子機器冷却装置は、図5及び図6に示すように冷媒5が冷却体22~24内部及び連結管26~28内部に充填され、さらに冷媒5の液表面が共通凝縮器25内に存在するように封入されていた。これに対してこの実施の形態に係る電子機器冷却装置は、冷媒5が冷却体71~73内部にのみ存在するように封入されている。

【0028】この場合に、冷媒5の封入量は、最大の状態で冷却体71~73の最上端部付近であればよく、最小の場合で発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分、すなわち平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの平坦部と冷却体71~73とが互いに接触する箇所の最下端付近であればよい。また、冷媒5の液表面高さは必ずしも冷却体71~73の最上端部付近である必要はなく、発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分（平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの平坦部）と冷却体71~73とが互いに接触する箇所の最上端付近であってもよい。さらに、図2に示すように冷媒5の液表面が発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分のほぼ中央付近に位置する場合に十分にその効果を発揮する。

【0029】次に、冷媒5中に半導体スタックを浸漬させて冷却する一括冷却方式の電子機器冷却装置について説明する。図3は、沸騰冷却方式にて一括でパワー半導体素子を冷却するように構成された電子機器冷却装置の概略構成を示す図である。図4は、図3の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図である。図3及び図4では、凝縮器42と密閉容器44の断面構造が示されている。図3と図4では、冷媒5の液表面高さがそれぞれ異なる場合が示されているが、これらはそれぞれ冷媒5の封入量の違いによる異なる実施例に対応するものである。図では、サイリスタ又はダイオードなどの2個の平型パワー半導体素子10、12と冷却体32~34とを交互に配置して加圧接触させることによって、冷却体32、平型パワー半導体素子10、冷却体33、平型パワー半導体素子12、冷却体34からなる積層体、すなわち半導体スタックが構成されている。冷却体32~34は、銅又は銅合金やアルミニウムなどの金属ブロックを機械加工によって削り出すことによって作られた、縦方向に開口を有する筒状体で構成されており、筒状体の内壁面に沿って冷媒5が通過するようになっている。図3において、冷却体32の右側面は平型パワー半導体素子10のカソード導体10K側に、冷却体32の左側面は加圧接触部材（図示せず）に、冷却体33の左側面は平型パワー半導体素子10のアノード導体10Aに、冷却体33の右側面は平型パワー半導体素子12のカソード導体12Kに、冷却体34の左側面は平型パワー半導体素子12のアノード導体12Aに、冷却体34の右側面

(7)

特開2001-345589

11

は加圧接触部材（図示せず）にそれぞれ加圧接触している。

【0030】蒸発冷却装置80は、凝縮器42、密閉容器44及びこれらを接続する連結管46から構成される。凝縮器42は、大気との間で熱交換を行って気化した冷媒5を凝縮させて液化するものである。図では、凝縮器42に内蔵されるラジエーターなどについては省略してある。密閉容器44は、フロンやフッロカーボンなどの絶熱性冷媒を貯留するものである。図3では、密閉容器44内の冷媒5の液表面は発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分のほぼ中央付近に位置するように封入されている。図4では、密閉容器44内の冷媒5の液表面は発熱体である平型パワー半導体素子10、12の最下端付近に位置するように封入されている。連結管46は、密閉容器44と凝縮器42とを接続するものであり、その一端部が密閉容器44の上面中央部に接続され、他端部が凝縮器42の下面中央部に接続されている。平型パワー半導体素子10、12の発熱は冷却体32～34に伝達する。冷却体32～34の筒内部では、その熱によって冷媒5が沸騰して気化し、その蒸気が発生する。発生した冷媒5の蒸気は、冷却体32～34内部に出て、矢印47～49のように連結管46を上昇して凝縮器42に導かれ、そこで液化される。液化された冷媒5は、点線矢印43、45に示すように凝縮器42から連結管46を介して密閉容器44内に落下して戻るようになっている。このように沸騰冷却装置80は、冷却体32～34で冷媒5を沸騰させて気化し、凝縮器42でそれを液化させることによって、平型パワー半導体素子10、12の温度上昇を抑制している。

【0031】図3に示す本実施の形態に係る電子機器冷却装置が従来のものと異なる点は、密閉容器44内の冷媒5の液表面高さが発熱体である平型パワー半導体素子10、12のほぼ中央付近と接するように冷媒5が封入されている点である。図4に示す本実施の形態に係る電子機器冷却装置が従来のものと異なる点は、密閉容器44内の冷媒5の液表面高さが発熱体である平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの下端面とはほぼ等しくなるように、冷媒5が封入されている点である。すなわち、従来の電子機器冷却装置は、図7及び図8に示すように平型パワー半導体素子10、12の上端部から冷媒5の液表面までの高さが約20～30[cm]程度となるように冷媒5が封入されていた。これに対して、図3の実施の形態に係る電子機器冷却装置では、冷媒5が密閉容器44内の約半分程度又はそれ以下しか封入されていない。

【0032】この場合も図1及び図2の実施の形態の場合と同様に、冷媒5の封入量は、最大の場合で冷却体32～34の最上端部付近であればよく、最小の場合で図4に示すように発熱体である平型パワー半導体素子1

12

0、12の発熱部分、すなわち平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの平坦部と冷却体32～34とが互いに接触する箇所の最下端付近であればよい。また、冷媒5の液表面高さは必ずしも冷却体32～34の最上端部付近である必要はなく、発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分（平型パワー半導体素子10、12のカソード導体10K、12K及びアノード導体10A、12Aの平坦部）と冷却体32～34とが互いに接触する箇所の最上端付近であってもよい。さらに、図3に示すように冷媒5の液表面が発熱体である平型パワー半導体素子10、12の発熱部分のほぼ中央付近に位置する場合に十分にその効果を発揮する。

【0033】以上のように、発熱体である平型パワー半導体素子10、12の高さ方向の寸法が約90[mm]程度であることから、その上端部と下端部との間における液圧による圧力差は約0.009[kgf/cm²]となり、従来技術の項で説明した、冷媒5表面までの液圧の圧力差、約0.02～0.03[kgf/cm²]に比べると小さい値となるので、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音が発生することはなくなる。また、図2や図4のように冷媒5の液表面高さを発熱体である平型パワー半導体素子10、12のほぼ中央付近とすることによって、その圧力差は約0.0045[kgf/cm²]程度となり、運転開始時にオーバーシュート現象や衝撃音が発生することを抑制する効果は非常に大きい。なお、この場合の冷媒5の液表面高さは、蒸発する液量、共通凝縮部74や凝縮部42に付着する液量、及び冷却体71～73、32～34の壁面に常時冷媒5が付着する液量などに基いて決定される。

【0034】例えば、冷媒5としてよく使われているパーフッロカーボンは水などに比べてその蒸発潜熱が小さいために、パーフッロカーボンのような冷媒を使用した場合には、電力変換装置の運転開始前の冷媒5の液表面が発熱体の上端付近にあったとしても、運転開始後に多量のパーフッロカーボン液が蒸発することにより、冷媒5の液表面が大きく低下し、発熱体の下端部よりも低くなるということが十分に考えられる。従って、このような場合には、冷媒5を貯留する冷却体71～73、貯留容器80、又は密閉容器44の容積を適当な大きさに設定する必要がある。運転開始前の冷媒5の液表面の高さをH1とし、運転開始後の冷媒5の液表面の高さをH2としたときに、その平均値(H1+H2)/2が発熱体である平型パワー半導体素子10、12のほぼ中央付近となるように冷媒5を封入してもよい。また、図1及び図2に示したような個別冷却方式の電子機器冷却装置の場合には、冷媒5として蒸発潜熱の大きな水などを使用することによって、電力変換装置の運転開始後の冷媒5の蒸発量を低く抑えることができ、運転開始後の冷媒5の液表面低下幅を小さくすることができるので、好ましい。

(8)

特開2001-345589

13

【0035】上述の実施の形態では、スタック構造体として、平型パワー半導体素子と冷却体の積層体から構成される半導体スタックを例に説明したが、これに限らず、これ以外の半導体スタック、ダイオード整流器スタック、半導体スイッチスタックなどの各スタックを構成する電子機器冷却装置にも同様に適用することができる。上述の実施の形態では、半導体スタックが2個の平型パワー半導体素子と3個の冷却体によって構成された場合について説明したが、これ以上の個数の平型パワー半導体素子及び冷却体から構成される半導体スタックにも同様に適用することができる。図1及び図2の実施の形態では、共通凝縮器を貯留容器の上側に設ける場合について説明したが、共通凝縮器と貯留容器が一体に構成されていてもよい。また、貯留容器は省略されていてもよい。さらに、共通凝縮器が冷却体の上側に配置され、そこから、液戻し管を介して貯留容器側に液化された冷媒が戻されるように構成されていてもよい。図3及び図4の実施の形態では、凝縮器と密閉容器を連結管で接続する場合について説明したが、凝縮器で液化された冷媒を密閉容器に戻すための戻し管が別個に設けてあってもよい。

【0036】

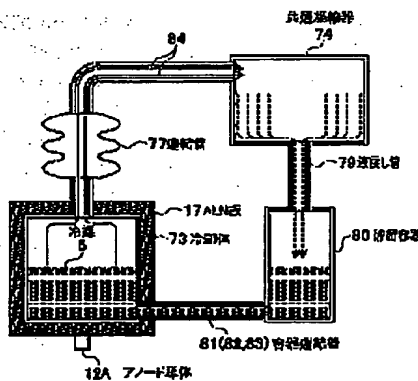
【発明の効果】本発明の電子機器冷却装置によれば、電力変換装置などの電子機器の運転開始時に沸騰温度のオーバーシュート現象や尚聴音が発生するのを抑制することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 沸騰冷却方式にて個別にパワー半導体素子を冷却するように構成された電子機器冷却装置の概略構成を示す図

【図2】 図1の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図

【図2】



14

* 部断面図

【図3】 沸騰冷却方式にて一括でパワー半導体素子を冷却するように構成された電子機器冷却装置の概略構成を示す図

【図4】 図3の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図

【図5】 個別冷却方式によって半導体スタックを冷却する従来の電子機器冷却装置の概略を示す一部断面図

【図6】 図5の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図

【図7】 一括冷却方式によって半導体スタックを冷却する従来の電子機器冷却装置の概略を示す一部断面図

【図8】 図7の電子機器冷却装置を右方向から見た一部断面図

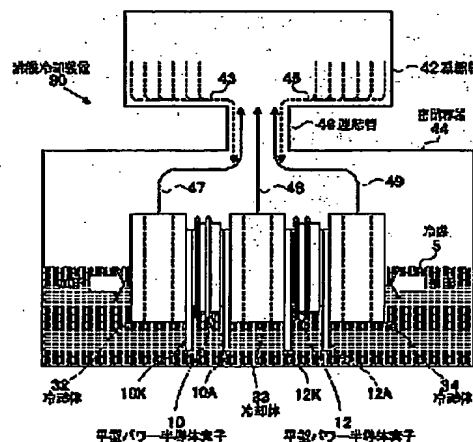
【図9】 平型パワー半導体素子の通電によって発生した熱量に応じて冷却

【図10】 沸騰冷却に用いる冷媒の蒸気圧-温度特性の概略を示す図

【符号の説明】

5	冷媒
10、12	平型パワー半導体素子
10A、12A	アノード導体
10K、12K	カソード導体
14~17	ALN板
32~34、71~73	冷却体
42、74	共通凝縮器
44	密閉容器
75~77	連結管
78、79	液戻し管
80	貯留容器
81~83	容器連結管

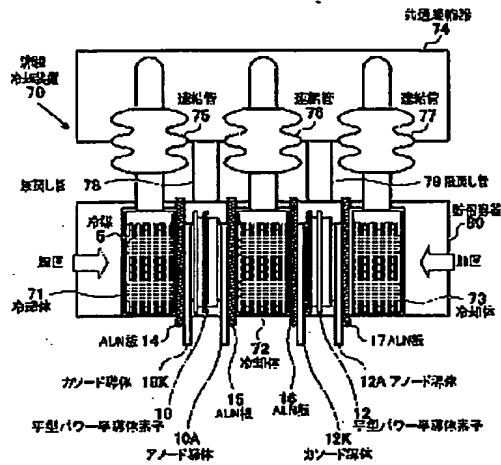
【図3】



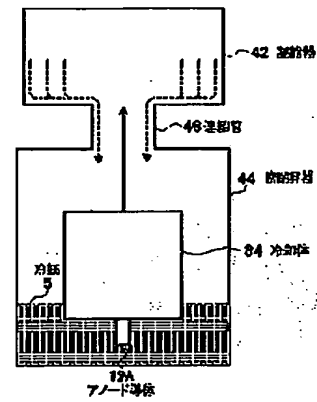
(9)

特開2001-345589

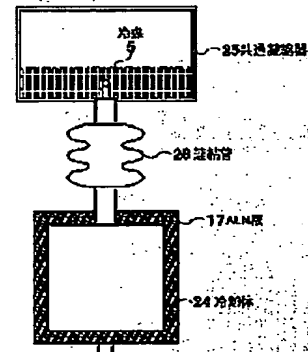
【図1】



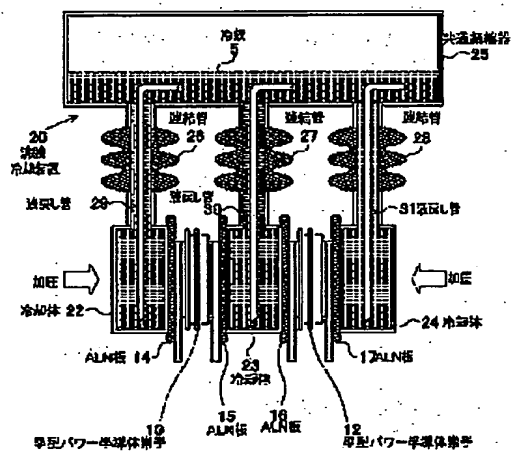
【図4】



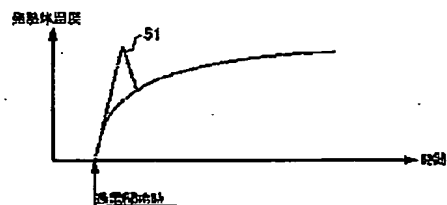
【図6】



【図5】



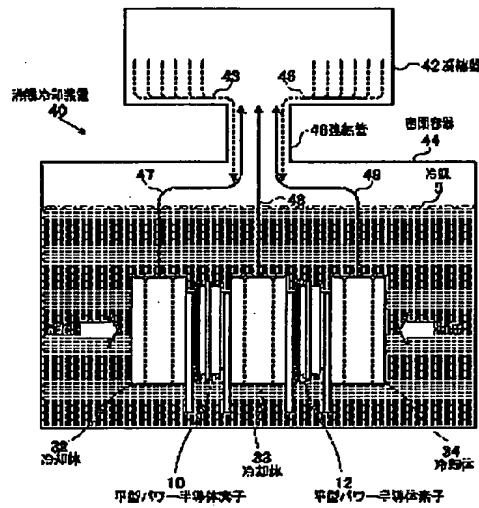
【図9】



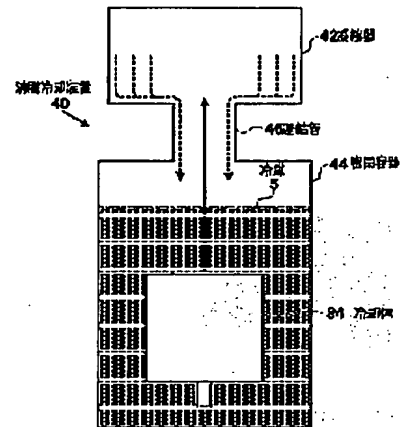
(10)

特開2001-345589

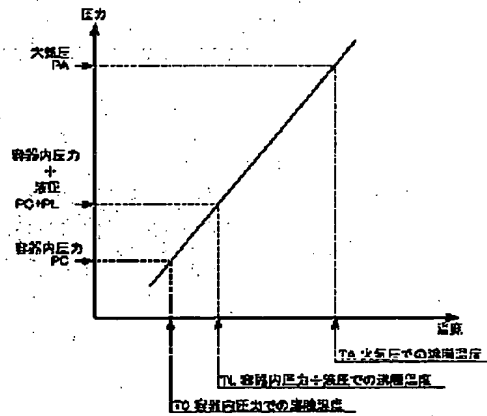
【図7】



【図8】



【図10】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-345589

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

H05K 7/20

F28D 15/02

H01L 23/40

H01L 23/427

(21)Application number : 2000-164489

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 01.06.2000

(72)Inventor : HINO KOJI
ARAI KENICHI

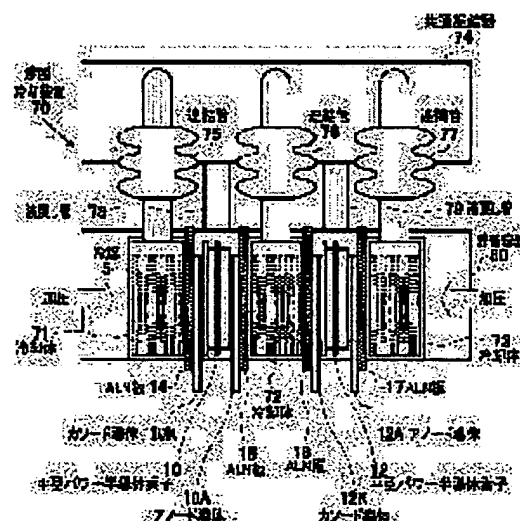
(54) ELECTRONIC EQUIPMENT COOLING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent overshoot phenomenon at boiling point so that impact noise does not occur, at the starting of operation of an electronic equipment, such as an electric-power conversion apparatus.

SOLUTION: In an electronic equipment cooling device 70, cooling bodies 71-73 provided so as to contact both sides of flat power semiconductor elements 10 and 12 are made to contact a coolant 5 which is evaporated by heating of the semiconductor elements 10 and 12, and the evaporated coolant 5 is condensed and liquidified by a condenser 74, thus cooling the semiconductor elements 10 and 12. The liquid level of coolant 5, sealed in the cooling bodies 71 and 73, is lower than the surrounding the upper end of the cooling bodies 71 and 73. Thus, the difference in heights between a place, where the coolant 5 contacts the cooling bodies 71-73 for

vaporation and the liquid surface of the coolant 5, becomes smaller for less pressure difference due to liquid pressure of the coolant 5, so that overshoot phenomenon or impact noise at starting of operation does not occur.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A refrigerant is contacted for a cooling means established so that both sides of an electronic equipment means might be contacted. In an electronic equipment cooling system constituted so that said electronic equipment means might be cooled by condensate-izing a refrigerant which was made to evaporate said refrigerant according to pyrexia from said electronic equipment means, and was evaporated An electronic equipment cooling system characterized by being constituted so that liquid surface height of said refrigerant may serve as a location lower than near the upper limit section of said cooling means.

[Claim 2] An electronic equipment cooling system characterized by being constituted so that liquid surface height of said refrigerant may exist in within the limits from the maximum upper limit of a part where said cooling means and said electronic equipment means contact mutually to the lowest edge in claim 1.

[Claim 3] An electronic equipment cooling system with which liquid surface height of said refrigerant is characterized by thing of an exoergic part of said electronic equipment means constituted so that it may become near a center mostly in claim 1.

[Claim 4] An electronic equipment cooling system characterized by consisting of cooling objects with which each of said cooling means stores a refrigerant in claims 1 and 2 or 3.

[Claim 5] An electronic equipment cooling system characterized by being immersed in said cooling means in claims 1 and 2 or 3 in a container which stores said refrigerant.

[Claim 6] A stack means constituted by carrying out the laminating of an electronic equipment means and a cooling means to cool this electronic equipment means, by turns, A condensation means to condensate-ize a steam of a refrigerant evaporated with said cooling means, and an interconnecting-tube means to lead a steam of a refrigerant evaporated with said cooling means to said condensation means, An electronic equipment cooling system characterized by being constituted so that liquid surface height of said refrigerant may serve as a location lower than near the upper limit section of said cooling means in an electronic equipment cooling system which consists of liquid return pipe means to flow back for said cooling means in a condensate-ized refrigerant with said condensation means.

[Claim 7] An electronic equipment cooling system characterized by being constituted so that liquid surface height of said refrigerant may exist in within the limits from the maximum upper limit of a part where said cooling means and said electronic equipment means contact mutually to the lowest edge in claim 6.

[Claim 8] An electronic equipment cooling system with which liquid surface height of said refrigerant is characterized by thing of an exoergic part of said electronic equipment means constituted so that it may become near a center mostly in claim 6.

[Claim 9] An electronic equipment cooling system characterized by consisting of cooling objects with which each of said cooling means can store a refrigerant, and connecting said cooling object to said condensation means according to an individual in claims 6 and 7 or 8 by said interconnecting-tube means and said liquid return pipe means, respectively.

[Claim 10] An electronic equipment cooling system characterized by being immersed in said stack means in claims 6 and 7 or 8 in a container which stores said refrigerant.

[Claim 11] An electronic equipment cooling system characterized by establishing a reservoir means to store said condensate-ized refrigerant which flows back with said liquid return pipe means, between said condensation means and said cooling objects in claim 9.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the electronic equipment cooling system which the electronic equipment cooling system which cools electronic equipment, such as a power converter installed on the ground as an object for electric railroads, is started, especially exoergic electronic equipment, such as a semiconductor device, is contacted on the cooling object of ebullition cooling system, and is cooled.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the power converter installed on the ground as an object for electric railroads consists of electronic equipment for supplemental circuits, such as a power semiconductor device, a resistor, and a capacitor, etc., and is contained in the case with which storm sewage etc. does not permeate and which was sealed like. Since the thermal runaway of the power semiconductor device will be carried out and it will lose the function if junction temperature exceeds predetermined temperature during energization, it is compulsorily cooled by ebullition cooling system so that junction temperature may not become higher than predetermined temperature. Usually, the power semiconductor device consists of flat tip GTO thyristors etc., by carrying out the laminating of this flat tip GTO thyristor and the cooling object by turns, constituted the semiconductor stack and has cooled this semiconductor stack with ebullition cooling system. There are the package cooling system and individual cooling system of an immersion type among the ebullition cooling system. Individual cooling system encloses the refrigerant of a low-boiling point with the interior of two or more cooling objects which constitute a semiconductor stack, and connects between this cooling object and thermolysis condensers according to an individual with an interconnecting tube and a liquid return pipe. Package cooling system makes a semiconductor stack immersed in the container which enclosed the refrigerant of a low-boiling point, and connects between a container and thermolysis condensers in common with an interconnecting tube and a liquid return pipe.

[0003] drawing 5 shows the outline of the conventional electronic equipment cooling system which cools a semiconductor stack with individual cooling system -- it is a cross section a part. drawing 6 looked at the electronic equipment cooling system of drawing 5 from the right -- it is a cross section a part. The flat tip power semiconductor device 10 and cross-section structures other than 12 are shown by drawing 5, and the cross-section structure of the common condenser 25 is shown by drawing 6. By making the cooling objects 22-24 of the ebullition cooling system 20 carry out pressurization contact of the two flat tip power semiconductor devices 10 and 12 in drawing through the aluminum nitride (ALN) boards 14-17 used as an electric insulating plate The layered product which consists of the cooling object 22, the ALN board 14, the flat tip power semiconductor device 10, the ALN board 15, the cooling object 23, the ALN board 16, the flat tip power semiconductor device 12, an ALN board 17, and a cooling object 24, i.e., a semiconductor stack, is constituted. The ebullition cooling system 20 consists of the interconnecting tubes 26-28, the liquid return pipes 29-31, and the cooling objects 22-24 containing the common condenser 25 and a bellows gaseous-phase pipe. Pyrexia of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 22-24 through the ALN boards 14-17. In the 22 to cooling object 24 interior, a refrigerant 5 boils and evaporates with the heat. The steam of the vaporized refrigerant 5 goes up interconnecting tubes 26-28, is led to the common condenser 25, and is liquefied there. The liquefied refrigerant 5 is temporarily stored by the common condenser 25, falls on the cooling objects 22-24 through the liquid return pipes 29-31, and returns. The ebullition cooling system 20 boiled the refrigerant 5 at the cooling objects 22-24, was evaporated, and has controlled the temperature rise of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 by making it liquefy with the common condenser 25.

[0004] drawing 7 shows the outline of the conventional electronic equipment cooling system which cools a semiconductor stack with package cooling system -- it is a cross section a part. drawing 8 looked at the electronic

THIS PAGE BLANK (USPTO)

equipment cooling system of drawing 7 from the right -- it is a cross section a part. Cross-section structures other than the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 and the cooling object 32 - 34 are shown by drawing 7 and drawing 8. In drawing, the semiconductor stack which becomes the cooling objects 32-34 which consist of tube-like objects which have a opening in the lengthwise direction which passes a refrigerant 5 for two flat tip power semiconductor devices 10 and 12 from the cooling object 32, the flat tip power semiconductor device 10, the cooling object 33, the flat tip power semiconductor device 12, and the cooling object 34 by carrying out pressurization contact is constituted. If the point that an ALN board does not exist among the cooling objects 32-34 and the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which transmit heat to a refrigerant 5, and the cooling objects 32-34 do not store a refrigerant 5 is removed, drawing 7 and the semiconductor stack of drawing 8 The flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements, and the cooling objects 32-34 are common in the thing of drawing 5 and drawing 6 in that it consists of layered products by which pressurization contact was carried out.

[0005] The ebullition cooling system 40 consists of interconnecting tubes 46 which connect a condenser 42, a well-closed container 44, and these. Pyrexia of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 32-34. Inside the cylinder of the cooling objects 32-34, a refrigerant 5 boils and evaporates with the heat. It generates from the 32 to cooling object 34 interior, and the steam of the vaporized refrigerant 5 goes up an interconnecting tube 46 like arrow heads 47-49, is led to a condenser 42, and is liquefied there. As shown in the dotted line arrow heads 43 and 45, the liquefied refrigerant 5 falls in a well-closed container 44 through an interconnecting tube 46, and returns from a condenser 42. Thus, the ebullition cooling system 40 boiled the refrigerant 5 at the cooling objects 32-34, was evaporated, and has controlled the temperature rise of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 by making it liquefy with a condenser 42.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the above-mentioned conventional technology, the phenomenon in which the temperature of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements overshoot at the time of the start up of a power converter had occurred. Drawing 9 is drawing showing the situation of the temperature change which the cooling objects 22-24, and 32-34 show according to the quantity of heat generated by energization of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12. The flat tip power semiconductor devices 10 and 12 generate heat at the time of energization initiation of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12, and the temperature of the refrigerant 5 which touches the cooling objects 22-24 or the cooling objects 32-34 shows the so-called over-shoot phenomenon 51 of going up rapidly so that clearly from drawing. For the flat tip GTO thyristor which is a heating element, since this phenomenon may have produced destruction by poor cooling, especially in the case of individual cooling system, it gave the rapid temperature change to the cooling object which is a part of vacuum housing, also became the cause of generating faults, such as destruction of a vacuum housing, an internal pressure rise, and poor cooling, and it is not only desirable, but was a problem.

[0007] It explains that an over-shoot phenomenon occurs why at the time of energization initiation. Drawing 10 is drawing showing the outline of the vapor pressure-temperature characteristic of the refrigerant 5 used for vapor cooling. In addition, the pair numeral of the horizontal axis and axis of ordinate of drawing 10 has been carried out. Usually, the refrigerant 5 is enclosed with the ebullition cooling system where the interior of a container is decompressed. Therefore, it can cool now under the boiling temperature TC lower enough than the boiling temperature TA of the refrigerant 5 in the condition of atmospheric pressure PA. However, with the conventional ebullition cooling systems 20 and 40, as shown in drawing 5 - drawing 8, since the height from the upper limit section of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements to the liquid surface of a refrigerant 5 was about 20-30 [cm], the differential pressure of about 0.02-0.03 [kgf/cm²] existed to the refrigerant 5 surface by the fluid pressure of a refrigerant 5. Therefore, it becomes high by fluid pressure PL to the container internal pressure PC, and, as for the pressure near a heating element, boiling temperature also comes to show the boiling temperature TL higher than the boiling temperature TC under the container internal pressure PC. Thus, since the boiling temperature TL near a heating element becomes higher than the usual boiling temperature TC, the above over-shoot phenomena occur. This over-shoot phenomenon appears notably, so that the temperature at the time of starting of a power converter is low. This over-shoot phenomenon starts ebullition, and a steam is [phenomenon] full of the interior of a container, and it serves as a direction canceled since the ratio of fluid pressure and container internal pressure becomes small while the pressure inside a container rises.

[0008] Moreover, with the above-mentioned conventional technology, there was a phenomenon of generating a loud impulsive sound in the section until the cooling objects 22-24 and the steamy bubble generated in 32-34 arrive at the liquid surface of a refrigerant 5, at the time of the start up of electronic equipment, such as a power converter. It is thought that the steamy bubble generated in the refrigerant 5 boiled with the quantity of heat from the flat tip power

THIS PAGE BLANK (USPTO)

semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements generates this phenomenon by being crushed while going up from the cooling objects 22-24 and the upper part of 32-34 to the liquid surface of a refrigerant 5. This phenomenon also originates in the temperature to which the pressure in the ebullition portion near a cooling object becomes high rather than the pressure inside a vacuum housing by the fluid pressure PL according to the height from the heating element upper limit section to the liquid surface of a refrigerant 5, consequently starts ebullition like the cause of generating of the above-mentioned over-shoot phenomenon becoming high.

[0009] Namely, unless it becomes a temperature high by fluid pressure PL, ebullition does not begin in the cooling objects 22-24, and 32-34. On the other hand, since ebullition does not start near the liquid surface of a refrigerant 5 at the time of the start up of electronic equipment, the temperature of the portion is in a very low condition. When the cooling objects 22-24 and the temperature of 32-34 reach the boiling temperature TL by fluid pressure PL higher than the boiling temperature TC in the pressure PC inside a container, ebullition of the cooling objects 22-24 and the refrigerant 5 which touches 32-34 starts. The cooling objects 22-24 and the steamy bubble generated around 32-34 go up the inside of a refrigerant 5 toward the liquid surface. Fluid pressure decreases as a steamy bubble goes up the inside of a refrigerant 5, and volume expands according to it. On the other hand, the liquid of a low temperature near the liquid surface of a refrigerant 5 is contacted, quantity of heat is taken gradually there, it becomes impossible for the steamy bubble under rise [inside / of a refrigerant 5] to maintain the condition of a steamy bubble, it will condense / liquefy it in the refrigerant 5 near the liquid surface, and the steamy bubble which existed in the refrigerant 5 will disappear in an instant. Thus, in order that a steamy bubble may disappear rapidly, a loud impulsive sound occurs near the liquid surface of a refrigerant 5. When this impulsive sound occurred near the wall surface of a vacuum housing, with the impulse wave generated in case a steamy bubble is crushed, the vacuum housing internal surface might corrode and it had become a problem. Moreover, depending on the location in which electronic equipment is installed, there was also a problem of the noise by impulsive sound.

[0010] This invention is made in view of an above-mentioned point, and aims at offering the electronic equipment cooling system which can control that the over-shoot phenomenon and impulsive sound of boiling temperature occur at the time of the start up of electronic equipment, such as a power converter.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 1 A refrigerant is contacted for a cooling means established so that both sides of an electronic equipment means might be contacted. In an electronic equipment cooling system constituted so that said electronic equipment means might be cooled by condensate-izing a refrigerant which was made to evaporate said refrigerant according to pyrexia from said electronic equipment means, and was evaporated It is constituted so that liquid surface height of said refrigerant may serve as a location lower than near the upper limit section of said cooling means. By carrying out the laminating of the cooling means by turns, and establishing it so that both sides of power semiconductor devices, such as a flat tip GTO thyristor, may be contacted, this electronic equipment cooling system constitutes a semiconductor stack, and cools this cooling means with ebullition cooling system. Although there are package cooling system and individual cooling system of an immersion type among the ebullition cooling system, any method is constituted so that a refrigerant of a low-boiling point may contact to a cooling means. an electronic equipment cooling system of this invention is constituted so that liquid surface height of this refrigerant may be markedly alike and may serve as a low location from the conventional thing. That is, in the case of individual cooling system, liquid surface height of a refrigerant enclosed with each cooling means is made lower than near the upper limit section of the cooling means, and a semiconductor stack is made in the case of package cooling system, immersed into a refrigerant so that liquid surface height of a refrigerant may become lower than near the upper limit section of a cooling means. Since height from a location which a refrigerant contacts and evaporates to a heating element to the liquid surface of a refrigerant 5 becomes small, differential pressure by fluid pressure of a refrigerant also becomes small, and an over-shoot phenomenon and impulsive sound can be prevented from generating it by this at the time of a start up.

[0012] In claim 1, invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 2 is constituted so that liquid surface height of said refrigerant may exist in within the limits from the maximum upper limit of a part where said cooling means and said electronic equipment means contact mutually to the lowest edge. This limits liquid surface height of a refrigerant according to claim 1. Since quantity of heat generated with an electronic equipment means is most efficiently transmitted to a cooling means in a contact part of a cooling means and an electronic equipment means and a refrigerant is most efficiently evaporated in the portion, efficient cooling actuation can be made to perform by setting liquid surface height of a refrigerant as such a range.

[0013] In claim 1, liquid surface height of said refrigerant of invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 3 is the thing of an exoergic part of said electronic equipment means constituted so that it may

THIS PAGE BLANK (USPTO)

become near a center mostly. This also limits liquid surface height of a refrigerant according to claim 1. Since a power semiconductor device which is a heating element has a predetermined size in the height direction, differential pressure by fluid pressure exists between the upper limit section and lower limit section, and it may affect generating of an over-shoot phenomenon at the time of a start up, or impulsive sound. Then, like this invention, by [of an exoergic part of an electronic equipment means] making it become near a center mostly, liquid surface height of a refrigerant can make that differential pressure small, and can control now generating of an over-shoot phenomenon or impulsive sound effectively at the time of a start up.

[0014] Invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 4 consists of cooling objects with which each of said cooling means stores a refrigerant in claims 1 and 2 or 3. This limits an electronic equipment cooling system to a thing of individual cooling system. It is immersed in said cooling means in a container with which invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 5 stores said refrigerant in claims 1 and 2 or 3. This limits an electronic equipment cooling system to a thing of package cooling system.

[0015] Invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 6 A stack means constituted by carrying out the laminating of an electronic equipment means and a cooling means to cool this electronic equipment means, by turns, A condensation means to condensate-ize a steam of a refrigerant evaporated with said cooling means, and an interconnecting-tube means to lead a steam of a refrigerant evaporated with said cooling means to said condensation means, It is constituted so that liquid surface height of said refrigerant may serve as a location lower than near the upper limit section of said cooling means in an electronic equipment cooling system which consists of liquid return pipe means to flow back for said cooling means in a condensate-ized refrigerant with said condensation means. This makes a configuration of an electronic equipment cooling system more concrete, and it is constituted so that a cooling means of a stack means may be cooled using a condensation means, an interconnecting-tube means, and a liquid return pipe means. In addition, there are some some which have established separately an interconnecting-tube means and a liquid return pipe means into an electronic equipment cooling system, and there are some some which have structure of a double pipe. An over-shoot phenomenon and impulsive sound can be prevented from generating like invention according to claim 1 also in an electronic equipment cooling system of such a configuration at the time of a start up by making liquid surface height of a refrigerant into a location lower than near the upper limit section of a cooling means.

[0016] In claim 6, invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 7 is constituted so that liquid surface height of said refrigerant may exist in within the limits from the maximum upper limit of a part where said cooling means and said electronic equipment means contact mutually to the lowest edge. This limits liquid surface height of a refrigerant according to claim 6 like invention according to claim 2.

[0017] In claim 6, liquid surface height of said refrigerant of invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 8 is the thing of an exoergic part of said electronic equipment means constituted so that it may become near a center mostly. This limits liquid surface height of a refrigerant according to claim 6 like invention according to claim 3.

[0018] Invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 9 consists of cooling objects with which each of said cooling means can store a refrigerant in claims 6 and 7 or 8, and said cooling object is connected to said condensation means according to an individual by said interconnecting-tube means and said liquid return pipe means, respectively. This limits an electronic equipment cooling system to a thing of individual cooling system.

[0019] It is immersed in said stack means in a container with which invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 10 stores said refrigerant in claims 6 and 7 or 8. This limits an electronic equipment cooling system to a thing of package cooling system.

[0020] Invention of an electronic equipment cooling system indicated by claim 11 establishes a reservoir means to store said condensate-ized refrigerant which flows back with said liquid return pipe means, between said condensation means and said cooling objects in claim 9. Since the amount of refrigerants which can be enclosed with a cooling means is limited in the case of an electronic equipment cooling system of individual cooling system, a liquid surface fall by evaporation of a refrigerant is lessened by establishing a reservoir means separately in this way, and enlarging the amount of refrigerants.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained according to an accompanying drawing. Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the electronic equipment cooling system constituted so that a power semiconductor device might be cooled according to an individual with ebullition cooling system. drawing 2 looked at the electronic equipment cooling system of drawing 1 from the right -- it is a cross section a part. Although the case where the liquid surface height of a refrigerant differs, respectively is shown by drawing 1 and drawing 2 , these correspond to a different example by the difference in the amount of enclosure of a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

refrigerant, respectively. The cross-section structure of the cooling objects 71-73 is shown by drawing 1, and the cross-section structure of the cooling object 73, an interconnecting tube 77, the common condenser 25, the liquid return pipe 79, the reservoir container 80, and the container interconnecting tube 81 is shown by drawing 2. By making the cooling objects 71-73 of the ebullition cooling system 70 carry out pressurization contact of the two flat tip power semiconductor devices, a thyristor or diode, 10 and 12 by a diagram through the aluminum nitride (ALN) boards 14-17 used as an electric insulating plate. The layered product which consists of the cooling object 71, the ALN board 14, the flat tip power semiconductor device 10, the ALN board 15, the cooling object 72, the ALN board 16, the flat tip power semiconductor device 12, an ALN board 17, and a cooling object 73, i.e., a semiconductor stack, is constituted.

[0022] drawing 1 -- setting -- the right lateral of the cooling object 71 -- the ALN board 14 -- minding -- the cathode of the flat tip power semiconductor device 10 -- a conductor -- to the 10K side the left lateral of the cooling object 71 -- a pressurization contact-carrying member (not shown) -- the left lateral of the cooling object 72 -- the ALN board 15 -- minding -- the anode of the flat tip power semiconductor device 10 -- a conductor -- to 10A the right lateral of the cooling object 72 -- the ALN board 16 -- minding -- the cathode of the flat tip power semiconductor device 12 -- a conductor -- to 12K the left lateral of the cooling object 73 -- the ALN board 17 -- minding -- the anode of the flat tip power semiconductor device 12 -- a conductor -- the right lateral of the cooling object 73 is in contact with the pressurization contact-carrying member (not shown) at 12A, respectively. the anode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 -- Conductors 10A and 12A and a cathode -- since it is required that the condition should not change with time while flatness, flatness, etc. of the field are specified, generally Conductors 10K and 12K consist of copper plates of one sheet of improper flexibility in which flexibility is not shown. in addition -- although not illustrated -- the anode of the flat tip power semiconductor device 10 -- a conductor -- the cathode of 10A and the flat tip power semiconductor device 12 -- a conductor -- 12K carry out crookedness processing mutually -- having -- an anode -- a conductor -- 10A and a cathode -- a conductor -- it binds tight and connects with the bolt and the nut through the spacer so that stress may not be applied to 12K.

[0023] The ebullition cooling system 70 consists of the cooling objects 71-73, the common condenser 74, the interconnecting tubes 75-77 containing a bellows gaseous-phase pipe, liquid return pipes 78 and 79, a reservoir container 80, and container interconnecting tubes 81-83. The cooling objects 71-73 begin to delete the metal block of copper or a copper alloy, aluminum, etc. to a core box by machining, have many the fins and diaphragms for thermolysis in the interior, and have composition which stores a refrigerant 5 there. Conductive refrigerants, such as an ethylene glycol aqueous solution and water, are used for this refrigerant 5. Therefore, between the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 and the cooling objects 71-73, the ALN boards 14-17 for an insulation are inserted. When using insulating refrigerants, such as chlorofluorocarbon and fluorocarbon, for a refrigerant 5, these ALN boards 14-17 can be omitted.

[0024] The interconnecting tubes 75-77 containing a bellows gaseous-phase pipe connect each cooling objects 71-73 and common condenser 74, and are crooked in the L character mold, the end section is connected to the upper surface center section of the cooling objects 71-73, and the other end is connected to the side upper part of the common condenser 74. The 75 to interconnecting-tube 77 interior is led to the steam of the refrigerant 5 which carried out heating ebullition and which was evaporated with the cooling objects 71-73 by the common condenser 74 along with an arrow head 84. The bellows gaseous-phase pipe formed in the middle of interconnecting tubes 75-77 absorbs expansion, contraction, etc. of each part by the temperature change. In addition, the insulating tube for insulating between the cooling objects 71-73 and the common condensers 74 besides a bellows gaseous-phase pipe may be formed in the middle of interconnecting tubes 75-77.

[0025] The common condenser 74 makes the refrigerant 5 which evaporated by performing heat exchange between atmospheric air condense, and is liquefied. The steam of the refrigerant 5 generated with the cooling objects 71-73 is introduced into the common condenser 74 through interconnecting tubes 75-77, and the refrigerant liquefied there is returned to the reservoir container 80 through the liquid return pipes 78 and 79. By a diagram, it has omitted about the radiator built in the common condenser 74. The liquid return pipes 78 and 79 connect the common condenser 74 and the reservoir container 80, and the refrigerant condensate-ized in the common condenser 74 interior is returned to the reservoir container 80. The reservoir container 80 stores the condensate-ized refrigerant. By forming this reservoir container 80, capacity of the cooling objects 71-73 with which the amount of refrigerants which can be enclosed was limited can be enlarged, and the liquid surface fall by evaporation of a refrigerant 5 can be made small as much as possible. The container interconnecting tubes 81-83 connect between each cooling objects 71-73 and reservoir container 80.

[0026] The pyrexia from the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 71-73 through the ALN boards 14-17. With the cooling objects 71-73, with these heat, a refrigerant 5 boils, it evaporates and a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

steam occurs. The generated steam goes up the inside of an interconnecting tube 75-77, is led to the common condenser 74, and is liquefied there. The liquefied refrigerant 5 falls in the reservoir container 80 through the liquid return pipes 78 and 79, and is returned to each cooling objects 71-73 through the container interconnecting tubes 81-83. Thus, the ebullition cooling system 70 boiled the refrigerant 5 at the cooling objects 71-73, was evaporated, and has controlled the temperature rise of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 by making it liquefy with the common condenser 74.

[0027] the cathode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surface height of the refrigerant 5 within the cooling object 71-73 of the point that the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of this operation shown in drawing 1 differs from the conventional thing is heating elements -- Conductors 10K and 12K and an anode -- it is the point that the refrigerant 5 is enclosed so that it may become almost equal to the upper limit side of Conductors 10A and 12A. The point that the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of this operation shown in drawing 2 differs from the conventional thing is a point of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surface height of the refrigerant 5 within the cooling object 71-73 is heating elements that the refrigerant 5 is enclosed so that it may become near a center mostly. That is, as shown in drawing 5 and drawing 6, the 22 to cooling object 24 and 26 to interconnecting-tube 28 interior was filled up with the refrigerant 5, and the conventional electronic equipment cooling system was enclosed so that the liquid surface of a refrigerant 5 might exist in the common condenser 25 further. On the other hand, the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of this operation is enclosed so that a refrigerant 5 may exist only in the 71 to cooling object 73 interior.

[0028] in this case, the cathode of a the exoergic portion 10 and 12 of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements that the amount of enclosure of a refrigerant 5 should just be near the maximum upper limit section of the cooling objects 71-73 in the greatest case in the minimum case, i.e., flat tip power semiconductor devices, -- Conductors 10K and 12K and an anode -- the flat part and the cooling objects 71-73 of Conductors 10A and 12A should just be near the lowest edge of the part which Moreover, the liquid surface height of a refrigerant 5 does not necessarily need to be near the maximum upper limit section of the cooling objects 71-73, and the exoergic portion (cathode the conductor 10 K, 12K, and the anode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 flat part of Conductors 10A and 12A) and the cooling objects 71-73 of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements may be near the maximum upper limit of the part which contacts mutually. Furthermore, when [of the exoergic portion of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surfaces of a refrigerant 5 are heating elements as shown in drawing 2] mostly located near a center, the effect is fully demonstrated.

[0029] Next, the electronic equipment cooling system of the package cooling system which a semiconductor stack is made immersed into a refrigerant 5, and is cooled is explained. Drawing 3 is drawing showing the outline configuration of the electronic equipment cooling system constituted so that a power semiconductor device might be cooled by package with ebullition cooling system. drawing 4 looked at the electronic equipment cooling system of drawing 3 from the right -- it is a cross section a part. The cross-section structure of a condenser 42 and a well-closed container 44 is shown by drawing 3 and drawing 4. Although the case where the liquid surface height of a refrigerant 5 differs, respectively is shown by drawing 3 and drawing 4, these correspond to a different example by the difference in the amount of enclosure of a refrigerant 5, respectively. By a diagram, the layered product which consists of the cooling object 32, the flat tip power semiconductor device 10, the cooling object 33, a flat tip power semiconductor device 12, and a cooling object 34, i.e., a semiconductor stack, is constituted by arranging two flat tip power semiconductor devices 10 and 12 and cooling objects 32-34, such as a thyristor or diode, by turns, and carrying out pressurization contact. The cooling objects 32-34 consist of tube-like objects which were made by beginning to delete the metal block of copper or a copper alloy, aluminum, etc. by machining and which have a opening in a lengthwise direction, and a refrigerant 5 passes them along with the internal surface of a tube-like object. drawing 3 -- setting -- the right lateral of the cooling object 32 -- the cathode of the flat tip power semiconductor device 10 -- a conductor -- to the 10K side the left lateral of the cooling object 32 -- a pressurization contact-carrying member (not shown) -- the left lateral of the cooling object 33 -- the anode of the flat tip power semiconductor device 10 -- a conductor -- to 10A the right lateral of the cooling object 33 -- the cathode of the flat tip power semiconductor device 12 -- a conductor -- 12K -- the left lateral of the cooling object 34 -- the anode of the flat tip power semiconductor device 12 -- a conductor -- the right lateral of the cooling object 34 is carrying out pressurization contact at 12A at the pressurization contact-carrying member (not shown), respectively.

[0030] The ebullition cooling system 80 consists of interconnecting tubes 46 which connect a condenser 42, a well-closed container 44, and these. A condenser 42 makes the refrigerant 5 which evaporated by performing heat exchange between atmospheric air condense, and is liquefied. By a diagram, it has omitted about the radiator built in a condenser 42. A well-closed container 44 stores insulating refrigerants, such as chlorofluorocarbon and fluorocarbon. the exoergic

THIS PAGE BLANK (USPTO)

portion of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surfaces of the refrigerant 5 in a well-closed container 44 are heating elements in drawing 3 -- it is enclosed so that it may be mostly located near a center. In drawing 4, the liquid surface of the refrigerant 5 in a well-closed container 44 is enclosed so that it may be located near the lowest edge of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements. An interconnecting tube 46 connects a well-closed container 44 and a condenser 42, the end section is connected to the upper surface center section of the well-closed container 44, and the other end is connected to the inferior-surface-of-tongue center section of the condenser 42. Pyrexia of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 is transmitted to the cooling objects 32-34. Inside the cylinder of the cooling objects 32-34, with the heat, a refrigerant 5 boils, it evaporates, and the steam occurs. The steam of the generated refrigerant 5 comes out of the 32 to cooling object 34 interior, goes up an interconnecting tube 46 like arrow heads 47-49, is led to a condenser 42, and is liquefied there. As shown in the dotted line arrow heads 43 and 45, the liquefied refrigerant 5 falls in a well-closed container 44 through an interconnecting tube 46, and returns from a condenser 42. Thus, the ebullition cooling system 80 boiled the refrigerant 5 at the cooling objects 32-34, was evaporated, and has controlled the temperature rise of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 by making it liquefy with a condenser 42.

[0031] The point that the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of this operation shown in drawing 3 differs from the conventional thing is a point of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surface height of the refrigerant 5 in a well-closed container 44 is heating elements that the refrigerant 5 is enclosed so that near a center may be touched mostly. the cathode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surface height of the refrigerant 5 in a well-closed container 44 of the point that the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of this operation shown in drawing 4 differs from the conventional thing is heating elements -- Conductors 10K and 12K and an anode -- it is the point that the refrigerant 5 is enclosed so that it may become almost equal to the lower limit side of Conductors 10A and 12A. That is, the refrigerant 5 was enclosed so that the height from the upper limit section of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 to the liquid surface of a refrigerant 5 might serve as about 20-30 [cm] degree, as the conventional electronic equipment cooling system was shown in drawing 7 and drawing 8. On the other hand, in the electronic equipment cooling system concerning the gestalt of operation of drawing 3, the refrigerant 5 is enclosed only less than [the abbreviation one half degree in a well-closed container 44, or it].

[0032] Also in this case, like the case of the gestalt of operation of drawing 1 and drawing 2, the amount of enclosure of a refrigerant 5 The exoergic portion of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements as shown [in the greatest case] in drawing 4 that what is necessary is just near the maximum upper limit section of the cooling objects 32-34 in the minimum case, namely, the cathode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 - Conductors 10K and 12K and an anode -- the flat part and the cooling objects 32-34 of Conductors 10A and 12A should just be near the lowest edge of the part which contacts mutually. Moreover, the liquid surface height of a refrigerant 5 does not necessarily need to be near the maximum upper limit section of the cooling objects 32-34, and the exoergic portion (cathode the conductor 10 K, 12K, and the anode of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 flat part of Conductors 10A and 12A) and the cooling objects 32-34 of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements may be near the maximum upper limit of the part which contacts mutually. Furthermore, when [of the exoergic portion of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose liquid surfaces of a refrigerant 5 are heating elements as shown in drawing 3] mostly located near a center, the effect is fully demonstrated.

[0033] as mentioned above, from the size of the height direction of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements being about 90 [mm] degree Moreover, the differential pressure by the fluid pressure between an edge and the lower limit section is set to about 0.009 [kgf/cm²]. Since it becomes a small value compared with the differential pressure of the fluid pressure to the refrigerant 5 surface explained by the term of the conventional technology, and about 0.02-0.03 [kgf/cm²], it is lost that an over-shoot phenomenon and impulsive sound occur at the time of a start up. Moreover, the effect which controls that the differential pressure serves as about 0.0045 [kgf/cm²] degree, and an over-shoot phenomenon and impulsive sound generate the liquid surface height of a refrigerant 5 at the time of a start up by [of the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 which are heating elements] considering as near a center mostly like drawing 2 or drawing 4 is very large. In addition, the liquid surface height of the refrigerant 5 in this case is determined as the evaporating volume, the volume adhering to the common condensation section 74 or the condensation section 42 and the cooling objects 71-73, and the wall surface of 32-34 based on the volume to which a refrigerant 5 always adheres.

[0034] for example, since the latent heat of vaporization is small compared with water etc., when a refrigerant like perphloro carbon is used, the perphloro carbon often used as a refrigerant 5 Even if the liquid surface of the refrigerant 5 before the start up of a power converter is near the upper limit of a heating element, when a lot of fluorocarbon liquid

THIS PAGE BLANK (USPTO)

evaporates after a start up, it is fully considered that the liquid surface of a refrigerant 5 falls greatly and becomes low rather than the lower limit section of a heating element. Therefore, in such a case, it is necessary to set up the capacity of the cooling objects 71-73 which store a refrigerant 5, the reservoir container 80, or a well-closed container 44 at suitable magnitude. the flat tip power semiconductor devices 10 and 12 whose its average $(H1+H2) / 2$ are heating elements when the height on the surface of liquid of the refrigerant 5 before a start up is set to H1 and the height on the surface of liquid of the refrigerant 5 after a start up is set to H2 -- a refrigerant 5 may be enclosed so that it may become near a center mostly. Moreover, since the evaporation of the refrigerant 5 after the start up of a power converter can be stopped low and liquid surface fall width of face of the refrigerant 5 after a start up can be made small by using the big water of the latent heat of vaporization etc. as a refrigerant 5 in the case of the electronic equipment cooling system of individual cooling system as shown in drawing 1 and drawing 2 , it is desirable.

[0035] Although the gestalt of above-mentioned operation explained to the example the semiconductor stack which consists of layered products of a flat tip power semiconductor device and a cooling object as the stack structure, it is applicable not only like this but the electronic equipment cooling system which constitutes each stack, such as semiconductor stacks other than this, a diode rectifier stack, and a solid state switch stack. Although the gestalt of above-mentioned operation explained the case where a semiconductor stack was constituted by two flat tip power semiconductor devices and three cooling objects, it is applicable also like the semiconductor stack which consists of the flat tip power semiconductor devices and cooling objects of the number beyond this. Although the case where a common condenser was formed in the reservoir container bottom was explained, the common condenser and the reservoir container may be constituted from a gestalt of operation of drawing 1 and drawing 2 by one. Moreover, the reservoir container may be omitted. Furthermore, a common condenser may be arranged at the cooling object bottom, and you may consist of there so that the refrigerant liquefied through the liquid return pipe at the reservoir container side may be returned. Although the gestalt of operation of drawing 3 and drawing 4 explained the case where a condenser and a well-closed container were connected by the interconnecting tube, the return pipe for returning the refrigerant liquefied with the condenser to a well-closed container may be formed separately.

[0036]

[Effect of the Invention] According to the electronic equipment cooling system of this invention, there is an effect that it can control that the over-shoot phenomenon and impulsive sound of boiling temperature occur, at the time of the start up of electronic equipment, such as a power converter.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

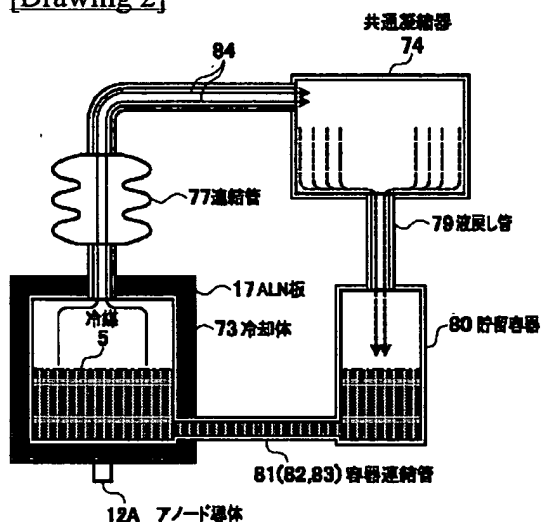
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

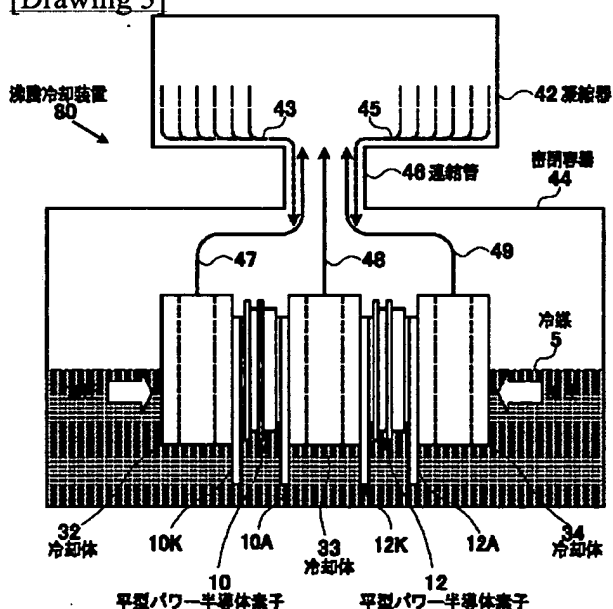
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 2]

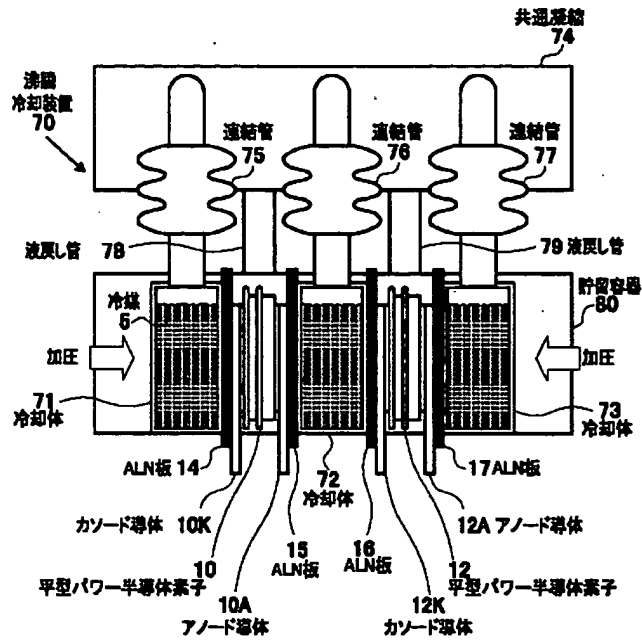


[Drawing 3]

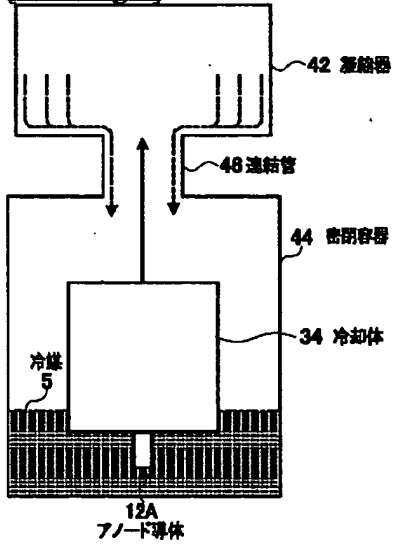


[Drawing 1]

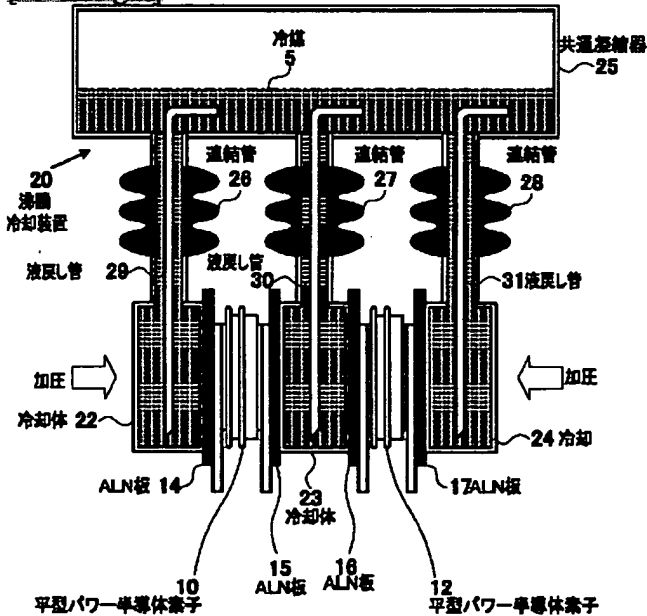
THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 4]

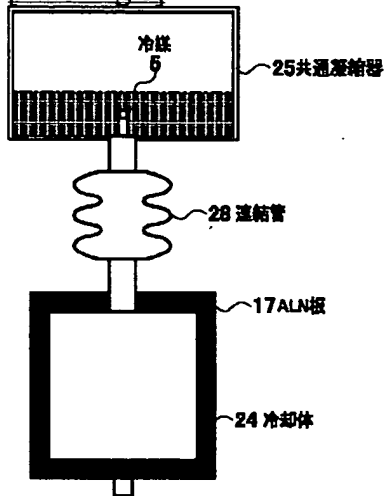


[Drawing 5]

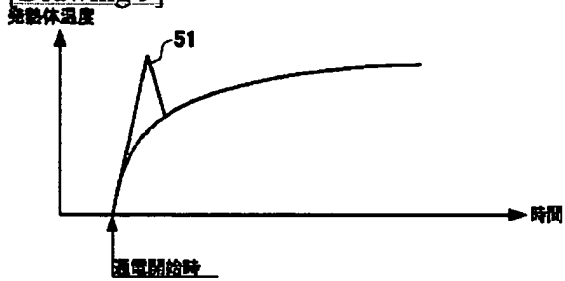


THIS PAGE BLANK (USPTO)

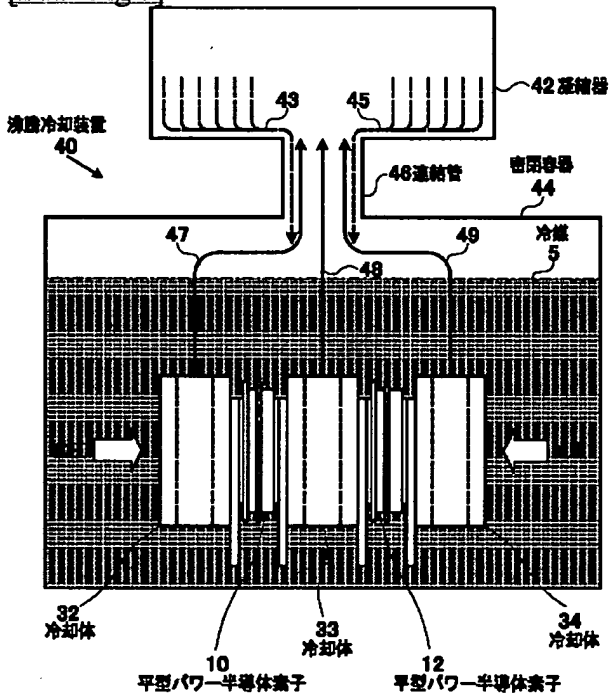
[Drawing 6]



[Drawing 9]

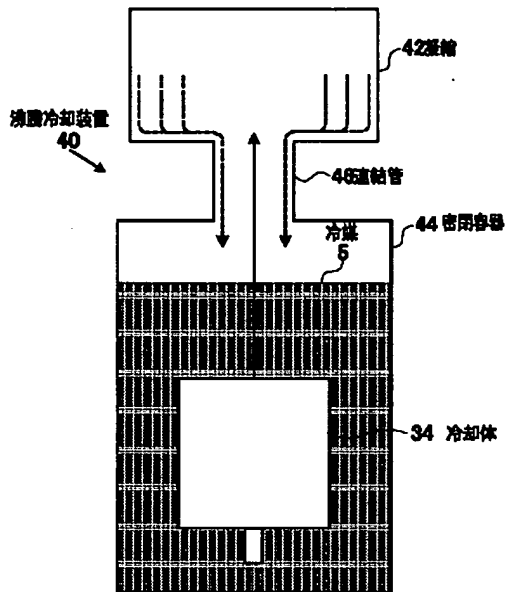


[Drawing 7]

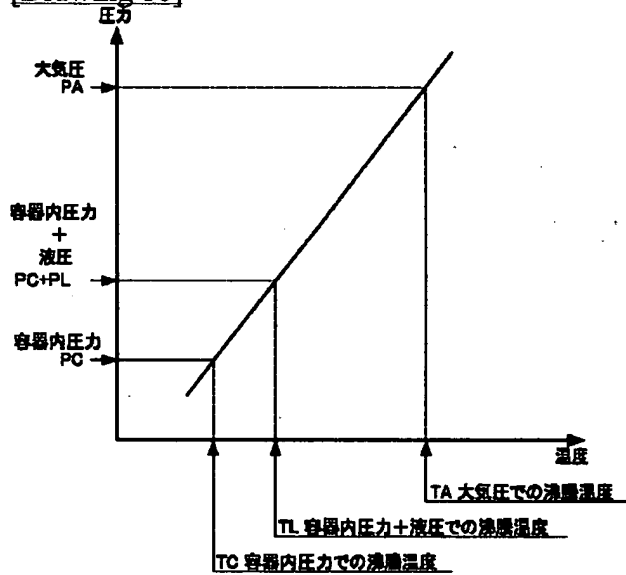


[Drawing 8]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 10]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)